



Universidad de Valladolid

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Enología

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN HÍDRICA Y DE
LAS PRÁCTICAS AGRONÓMICAS APLICADAS
EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MOSTO Y
VINO EN LA VARIEDAD VERDEJO**

Alumno: Lucía Izaguirre Díaz

Tutor: Encarnación Fernández Fernández

Cotutores: José Manuel Rodríguez Nogales

Josefina Vila Crespo

ÍNDICE

Página

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
2.1 LA VARIEDAD VERDEJO	1
2.2 DESHOJADO PRECOZ	2
2.3 DESPAMPANADO	3
2.4 GESTIÓN HÍDRICA	3
3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	5
4. MATERIAL Y MÉTODOS	5
4.1 MATERIAL VEGETAL Y DESARROLLO EXPERIMENTAL	5
4.2 DESARROLLO DE LA VINIFICACIÓN	6
4.3 MÉTODOS ANALÍTICOS	7
4.4 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	12
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5.1 SEGUIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	13
5.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS	13
5.2.1 Recogida de muestras	13
5.2.2 Efectos sobre los parámetros del mosto y vino	13
5.3 COMPARACIÓN DE LOS VINOS OBTENIDOS EN LAS TRES CAMPAÑAS DEL PROYECTO	23
6. CONCLUSIONES	25
7. BIBLIOGRAFÍA	26

1. RESUMEN

El objetivo general de este estudio es conocer cómo afecta la aplicación de la gestión hídrica y de distintas prácticas agronómicas (deshojado precoz y despampanado), en la variedad Verdejo y por consiguiente, sobre los parámetros analíticos del mosto y del vino. Además, este estudio forma parte de un proyecto de investigación de tres años, y se realizará una comparación de los vinos obtenidos en las tres vendimias, 2016, 2017 y 2018.

El ensayo experimental agronómico se ha desarrollado en una parcela de viñedo de *Vitis vinífera* L. var. Verdejo, ubicada en el municipio de Medina del Campo (Valladolid) perteneciente a la bodega Grupo Yllera S.L., en la D.O. Rueda.

Durante la vendimia 2018, la aplicación de riego produjo una dilución en los sólidos solubles del mosto y condujo a la obtención de vinos con coloraciones más blancas y pajizas, poco luminosos y con una tonalidad menos marcada, además de graduaciones alcohólicas inferiores a las de los otros años estudiados. El deshojado junto con el riego ha favorecido la obtención de vinos más luminosos y con mayor coloración, debido al aumento de los principales compuestos responsables, ácidos hidroxycinámicos, en los vinos blancos. El despampanado junto con riego, se comporta de forma semejante, contribuyendo de forma positiva en el color del vino, aunque induciendo a la obtención de vinos con menor acidez total.

Se puede apreciar cómo las diferentes condiciones climáticas en cada una de las tres campañas han repercutido en las cualidades diferentes del vino de los distintos tratamientos.

Palabras clave: Verdejo, riego, deshojado, despampanado.

2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

2.1 LA VARIEDAD VERDEJO

Vitis vinífera L. var. Verdejo, es una variedad típica y característica de la Denominación de Origen Rueda situada en una región de Castilla y León, en el valle del Duero. La introducción de este cultivo está relacionado con la presencia de los mozárabes alrededor del siglo XI, y ha tenido gran valor desde hace siglos, pues eran considerados vinos de la Corte Real durante el periodo de los Reyes Católicos de España (Martínez et al., 1992; Benito, 2016).

Caracterizada por ser una cepa poco vigorosa de porte semi-rastrero y con una brotación media y madurez media-tardía, presenta una hoja de tipo orbicular, racimo de tamaño mediano, cilíndrico y con el pedúnculo muy corto, y las bayas de color verde-amarillo (Rubio et al., 2018).

Su origen podría deberse de la hibridación espontánea entre Traminer y Castellana Blanca, siendo ésta última una variedad ibérica que también ha contribuido en algunos pedigríes de la Península, y habría dado lugar a la variedad Verdejo (Vilanova et al., 2017).

Presenta alta sensibilidad al oidio y baja al mildiu y podredumbre gris, adaptándose con facilidad a todo tipo de terrenos y resistente a la sequía, siendo su presencia mejor en suelos poco fértiles, ya que puede presentar problemas de corrimiento.

Esta cepa produce excelentes vinos con cuerpo, potentes y frescos, con un grado medio de alcohol y una acidez media-alta. Muy aromáticos e intensos, caracterizando distintos autores el aroma del vino Verdejo con matices afrutados y florales (Herráiz et al., 1991; Rodríguez-Nogales et al., 2009).

2.2 DESHOJADO PRECOZ

El deshojado precoz forma parte del conjunto de operaciones en verde, técnicas de cultivo que se realizan a lo largo del ciclo vegetativo de la vid, que consiste en eliminar las hojas de la parte basal de los pámpanos y cuyo objetivo principal es mejorar las condiciones microclimáticas de la superficie foliar y regularizar la producción de uva para una mejora en la calidad (Asenjo et al., 2004; Tardaguila et al., 2010).

Dicha técnica de cultivo se basa en reducir la capacidad de producir fotoasimilados de las cepas durante la época cercana a floración, a fin de reducir la tasa de cuajado o bien el tamaño final del grano reduciendo, por lo tanto, la producción final (Risco et al., 2012).

Esta operación se realiza alrededor de la floración. La eliminación de hojas en este momento es capaz de provocar un mayor corrimiento, lo que se traduce en un descenso del rendimiento productivo (Otero et al., 2010), y en la reducción de la tasa de cuajado y por tanto, dando lugar a racimos más pequeños y sueltos, menos sensibles a enfermedades criptogámicas, y de mayor calidad (Poni et al., 2005; Tardaguila et al., 2008)

Los efectos del deshojado precoz sobre la vid dependen de muchos factores. Sobre el rendimiento, se han descrito varios efectos contrapuestos del deshojado dependiendo del momento en el que se aplique, tempranamente, durante floración o en el envero. Así es como Hunter et al. (1990), observaron que cuánto más temprano se aplicaba menor producción de uva obtenían, y si se practicaba en el envero no encontraron diferencias significativas. Por otro lado, Yuste et al. (2001) en un ensayo de la variedad Tempranillo, no encontraron ningún efecto del deshojado sobre el rendimiento.

En general, el deshojado puede producir reducciones del rendimiento cuando éste se realiza muy temprano y se elimina gran cantidad de superficie foliar expuesta, produciéndose también pérdidas en la cosecha como consecuencia de una pasificación por temperaturas excesivamente altas. Sin embargo, si la aplicación no supone una pérdida excesiva de capacidad fotosintética, no tendría efectos sobre el rendimiento del viñedo (Asenjo et al., 2004).

Por otro lado, los primeros trabajos sobre deshojado precoz, que se realizaron en Italia, en plantas de vid de la variedad Sangiovese en maceta (Poni et al., 2005) y en viñedo comercial de la variedad Trebbiano (Poni et al., 2006) realizado de forma manual, condujeron a una reducción significativa de la tasa de cuajado, así como de la producción de uva por pámpano. En ambas variedades, el descenso del rendimiento fue provocado por la obtención de racimos de menor peso y con un inferior número y peso de bayas, respecto al control.

La sanidad de la uva también mejoró, observándose una menor incidencia de Botrytis en la uva correspondiente a los tratamientos de deshojado. Además, también indujo una mejora de la calidad de la uva, principalmente traducida en mayores concentraciones de azúcares, antocianos y polifenoles (Diago, 2010).

Otras dos ventajas fundamentales que podrían derivarse de la aplicación de esta técnica, son la ausencia de necesidad de realización de desnietado, ya que el deshojado precoz en las inmediaciones de la floración, parece promover el crecimiento

de brotes laterales, cuyo efecto puede ser beneficioso en la protección de los racimos frente una excesiva exposición y temperatura (Poni et al., 2006), así como del aclareo de racimos en épocas posteriores (Diago, 2010).

El deshojado precoz todavía es una técnica vitivinícola poco estudiada, pero se sabe que tiene efectos beneficiosos sobre los parámetros analíticos y organolépticos del vino (Diago, 2010).

2.3 DESPAMPANADO

El despampanado se refiere a la supresión de los pámpanos durante la estación vegetativa, antes de la floración. A veces también podría incluir consigo la eliminación de los chupones (pámpanos de las yemas latentes de la madera vieja) que normalmente no son fértiles y provocan un incremento del follaje de la cepa.

Se habla estrictamente de despampanado cuando los brotes proceden de los puntos donde se insertan habitualmente los pulgares o varas (Hidalgo, 1999). Con frecuencia, un crecimiento intenso y excesivo de los pámpanos, denota un desequilibrio de la expresión vegetativa, causado frecuentemente por exceso de humedad, de fertilización nitrogenada y una reducida carga de yemas o fertilidad baja de las mismas (Pérez Recio, 2007).

Esta técnica puede realizarse en dos momentos del ciclo vegetativo de la vid: de forma temprana, después de la brotación cuando los pámpanos alcanzan una longitud de entre 15-25 cm para evitar heridas y competencias, y, por otro lado, de forma tardía que suele darse en zonas más frías y podría tener el inconveniente de haberse producido competencias innecesarias y una mala cicatrización.

La forma de ejecución es mayoritariamente manual, permitiendo el despampanado de la corona y del tronco de la cepa simultáneamente, mientras que, de forma mecánica, se efectúa solamente en la zona del tronco, aunque resulta más rápida que la anterior. En algunas situaciones existe la posibilidad de hacer una aplicación química, mediante herbicidas de contacto no traslocables (Yuste, 2005), por pulverización, siendo la inversión inferior a la mecánica pero exige materiales en perfecto estado para evitar riesgos de fitotoxicidad (Dartigoyte, 2007).

Entre los objetivos que persigue el despampanado está obtener un efecto sobre la producción, la mejora del microclima del canopy y de la calidad de la uva, regular la carga de racimos, estimular el desarrollo de los pámpanos respetados y eliminar indeseados, facilitar la aireación e iluminación interna y la mecanización y los tratamientos (Pérez Recio, 2007).

2.4 GESTIÓN HÍDRICA

La disponibilidad de agua en el suelo ha sido reconocida como un importante factor que afecta tanto a la composición de la uva como al vino y rendimiento. La aplicación excesiva de agua induce el crecimiento vegetativo y disminuye la calidad de la composición de la fruta (McCarthy, 1997; Vilanova et al., 2018).

La aplicación de riego es un aspecto importante en el cultivo de variedades blancas para regularizar la producción y la calidad de la uva en las zonas que sufren una clara limitación pluviométrica, como ocurre en la D.O. Rueda con más frecuencia. El riego ejerce gran repercusión en la actividad fisiológica y el desarrollo del viñedo, por lo que la gestión del riego debe ser acorde con las necesidades atmosféricas y el objetivo productivo de la explotación vitivinícola (Yuste et al., 2018). Una apropiada estrategia de riego requiere de información fiable que pueda permitir al viticultor tomar decisiones objetivas, rápidas y efectivas (Yuste et al., 2017).

El potencial hídrico foliar (Ψ) estima el estado hídrico de una hoja adulta expuesta a la radiación solar, este es definido como la fuerza resultante de la

combinación del potencial osmótico, mátrico, gravitatorio y de presión hidrostática. Los valores varían dentro de la planta, con valores más altos en la raíz y más bajos en la hoja (Hidalgo, 1999).

La disponibilidad de agua afecta a todo el proceso de fructificación, desde el cuajado hasta la maduración (Andahua, 2013).

La vid cuenta con unas necesidades de agua relativamente bajas, estimándose que necesita entre 280-300 litros de agua para formar un kilogramo de materia seca. Además, posee un potente sistema radicular, lo que contribuye a que se pueda dar en seco, con precipitaciones bajas y temperaturas extremas en verano, lo que se traduce en bajas producciones (Hidalgo, 1999).

La estimación de las necesidades de agua se puede realizar mediante métodos basados en las medidas sobre el estado hídrico de las plantas. Generalmente se determina la evapotranspiración de un cultivo de referencia (ET_o) correspondiente a una cubierta de gramíneas de 8-10 cm que crece sin limitaciones, al que se aplica un coeficiente de cultivo, K_c, que pondera al anterior parámetro, obteniéndose la evapotranspiración del viñedo, ET_c (Lissarrague, 1997).

$$ET_c = ET_o \cdot K_c$$

El valor más frecuente de los coeficientes de cultivo determinado en numerosos ensayos se sitúa entre 0,2 y 0,5 aunque también se obtuvo el valor máximo de 0,85, lo que indica que no se debe aplicar el 100% de la ET_o (Yuste, 1995).

El efecto del estrés hídrico durante el periodo herbáceo en el desarrollo de la baya, descrito para diversas variedades y condiciones, ha mostrado una menor tasa de asimilación (Salon et al., 2005) y un efecto de reducción del rendimiento en ciertas situaciones, debido a su acción inhibidora en la diferenciación del racimo (Santesteban et al., 2011; Yuste et al., 2018).

El crecimiento de las bayas es más sensible a un déficit hídrico en etapas tempranas de desarrollo (Girona et al., 2009), entre cuajado y envero. Así mismo Gil y Pszczółkowski (2007), consideran que el rendimiento resulta más afectado por un déficit hídrico antes del envero que después de éste (Girona et al., 2009; Andahua, 2013).

En cuanto al rendimiento, Vilanova et al. (2014) describen en el estudio de distintas variedades que los efectos de la aplicación de riego, produce relativamente importantes diferencias en el rendimiento, basadas principalmente en el peso de la baya y el tamaño del racimo.

En función de las dosis de riego, la época de su aplicación y la zona geográfica del cultivo, se pueden obtener diferencias en la composición y calidad del mosto y del vino. García-Escudero et al. (1997) y Cuevas (2001) describen que una aplicación de dosis moderadas de riego produce un efecto positivo sobre el crecimiento de la vid.

3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

El objetivo del estudio es conocer cómo se ven afectados los parámetros analíticos del mosto y del vino en la variedad Verdejo mediante la aplicación de riego y diferentes técnicas agrícolas (despampanado y deshojado precoz), durante la vendimia 2018.

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación y este es el tercer año que se realiza, por lo que otro de los objetivos de este estudio es comparar los resultados analíticos de los vinos elaborados en los tres años.

Para lograr dichos objetivos, se realizarán las vinificaciones de la variedad Verdejo correspondientes a cada tratamiento de riego, despampanado y deshojado, analizando por consecuente los distintos parámetros físico-químicos en el mosto y en el vino.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 MATERIAL VEGETAL Y DESARROLLO EXPERIMENTAL

El ensayo experimental agronómico se ha realizado en una parcela de *Vitis vinifera* L. var. Verdejo, con patrón 110R con una conducción en espaldera, plantada en 2006 y ubicada en el municipio de Medina del Campo (Valladolid), dentro de la D.O Rueda. Dicha parcela pertenece a las bodegas del Grupo Yllera S.L.

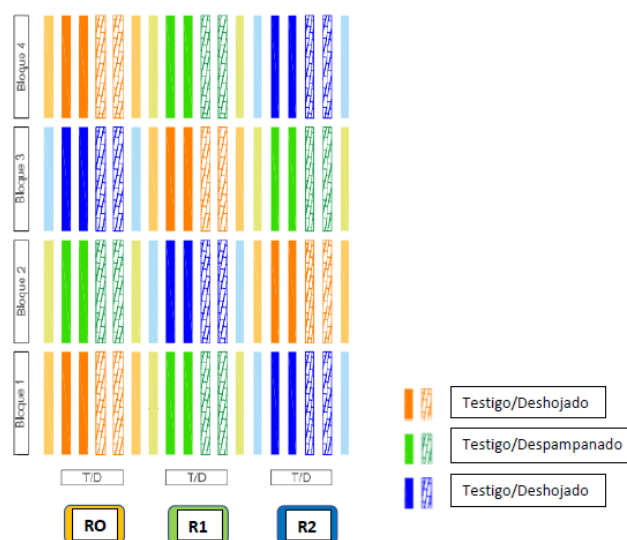


Figura 1: Diseño experimental

Croquis del ensayo: **R0** es el tratamiento de secano, **R1** es el tratamiento regado al 30 % de la ETo a partir del envero y **R2** es el tratamiento regado al 30% de la ETo desde el estado fenológico de la baya tamaño de guisante; hasta vendimia en ambos casos.

Cada parcela experimental se dividió en dos subparcelas de izquierda a derecha, **T** (t1 y t2) son las 2 cepas testigo en todos los tratamientos, **D** (d1 y d2) las 2 cepas con un deshojado precoz (en R0 y R2), **D** (d1 y d2) en R1, son las cepas con un despampanado.

La aplicación de los tratamientos experimentales, han sido realizados en función de la variación del régimen hídrico mediante la aplicación de riego en distintas fases del ciclo estival, desde tamaño de guisante, pasando por envero y hasta maduración y, por otro lado, basados también en una variación de la carga de los pámpanos y del deshojado precoz en la zona de los racimos, que se resumen a continuación. En la *Tabla 1* se ven reflejados los tratamientos experimentales.

Las estrategias para la aplicación de riego son las siguientes:

- R0: Testigo en secano, sin aplicación de riego (0% ET_o).
- R1: Riego de 30% ETo a partir del estado fenológico de inicio de envero hasta final de maduración.
- R2: Riego de 30% ETo a partir del estado fenológico de la baya tamaño de guisante hasta final de maduración.

Lucía Izaguirre Díaz

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, CAMPUS DE PALENCIA. Grado en Enología

Modificación de la carga de pámpanos y deshojado precoz:

- T: Testigo, sin ninguna intervención en carga de pámpanos ni en hojas.
- D: Despampanado en R1.
- D: Deshojado precoz (al inicio de floración) en R0 y R2.

Tabla 1: Tratamientos experimentales en la variedad Verdejo.

Muestra	Riego 1	Riego 2	Despampanado	Deshojado precoz
R0T	No	No	No	No
R0D	No	No	No	Sí
R1T	Sí	No	No	No
R1D	Sí	No	Sí	No
R2T	No	Sí	No	No
R2D	No	Sí	No	Sí

4.2 DESARROLLO DE LA VINIFICACIÓN

Las vinificaciones correspondientes a cada tratamiento agronómico (riego, despampanado y deshojado precoz) se han desarrollado en la bodega experimental de la ETSIIAA en Palencia, perteneciente a la Universidad de Valladolid.

Se realizaron un total de 12 vinificaciones, duplicando cada tratamiento de campo (R0T1T2, R0T3T4, R0D1D2, R0D3D4, R1T1T2, R1T3T4, R1D1D2, R1D3D4, R2T1T2, R2T3T4, R2D1D2 y R2D3D4) siguiendo el esquema de elaboración del vino blanco (Figura 2).



Figura 2: Diagrama de vinificación en vino blanco realizado.

La vendimia fue despalillada y estrujada en una despalilladora de paletas de acero inoxidable y en una estrujadora de rodillos de perfiles conjugados y estriados. A continuación, se utilizó una prensa neumática parietal con un ciclo de 1,5 bares, y se encubó cada tratamiento por separado en depósitos de acero inoxidable.

Tras el encubado se sulfitó el mosto a 50 mg/L de SO₂ total, para el posterior desfangado estático por frío (8°C), durante 24 horas. Una vez realizado el trasiego para eliminar los fangos se hicieron los análisis físico-químicos del mosto: grado Brix, acidez total, pH, nitrógeno fácilmente asimilable (NFA), índice de polifenoles totales (IPT), familias fenólicas y color (absorbancias a 450, 520, 570 y 630 nm).

Los análisis del nitrógeno fácilmente asimilable (NFA) dieron valores superiores a 200 mg/L y el grado probable era mayor que 12% vol., por lo que el nitrógeno no se tuvo que corregir. Posteriormente, se sembró el mosto con levaduras neutras comerciales a utilizando la dosis recomendada de 30 g/Hl. La cepa utilizada fue *Saccharomyces cerevisiae* LALVIN EC 1118 (Lallemend, Quebec. Canadá).

Para el seguimiento de la fermentación alcohólica se controló diariamente la temperatura y la densidad de cada tratamiento en depósito, realizando un ligero bazuqueo durante los primeros días para facilitar la activación de las levaduras. Una vez que las densidades se estabilizaron alrededor de 990-995 g/L se hizo un análisis de los azúcares reductores, y siendo estos inferiores a 3 g/L se trasegó y se dio por finalizada la fermentación alcohólica.

Una vez realizados los trasiegos del vino, se añadió sulfuroso hasta conseguir llegar a 30 mg/L de SO₂ libre. Posteriormente se realizó una estabilización tartárica por frío en la cámara de refrigeración a 4°C, y tras una semana se volvió a trasegar el vino para eliminar los tartratos precipitados y se comprobó el sulfitado, corrigiendo aquellos vinos por debajo de 30 mg/L de SO₂ libre. Una vez corregido el sulfuroso, se realizaron los análisis físico-químicos completos de los vinos finales: acidez total, pH, acidez volátil, sulfuroso libre y total, extracto seco, grado alcohólico, IPT, familias fenólicas y color.

4.3 MÉTODOS ANALÍTICOS

Se utilizan los métodos oficiales de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014) para la realización de los análisis físico-químicos tanto del mosto como del vino. Todos los análisis, se realizaron por duplicado tanto en mosto como en vino, en cada una de las 12 vinificaciones. Por lo tanto, se tienen cuatro repeticiones para cada tratamiento experimental.

❖ TEMPERATURA

El control de temperatura de los mostos y vinos se realiza directamente mediante termómetros.

❖ MASA VOLUMÉTRICA A 20 °C

Fundamento:

La determinación se realiza a partir de la lectura de los areómetros, graduados en unidades de masa volumétrica a 20 °C (densímetro) que se introducen en el vino (García et al., 2000).

Materiales y reactivos:

- Aerómetro específico (Densímetro).
- Termómetro contrastado de 0-35 °C, con apreciación de 0,5 °C.
- Probeta graduada de 250 mL.

❖ GRADO ALCOHÓLICO PROBABLE EN MOSTO

Fundamento:

La refracción se basa en la modificación de la trayectoria de un rayo luminoso al atravesar una superficie que limita dos medios diferentes. Se puede demostrar que el rayo de luz incidente (AO), la normal a la superficie (n) y el rayo de luz refractado (OB) están en el mismo plano y que la relación entre el seno del ángulo de incidencia (i1) y el del ángulo de refracción (i2) siguen la ley de Snellius (García et al., 2000).

Una mayor concentración de azúcares del mosto provoca un aumento en su densidad y una disminución en la velocidad con que la luz lo atraviesa, lo que conlleva un cambio en el valor n . Establecer una relación entre la concentración de azúcar y n .

Materiales y reactivos:

- Refractómetro tipo Abbé provisto de una escala que indique el porcentaje en masa de sacarosa (Grado Brix).
- Pipeta.
- Termómetro contrastado de escala 0-35 °C.

❖ pH

Fundamento:

Medida de la diferencia de potencial entre el electrodo de referencia y el de lectura de pH propiamente dicho sumergidos en el mosto o vino (García et al., 2000). Esta medida representa el grado de acidez o alcalinidad de la muestra como la concentración de hidrógeno hidratado que contiene. Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$.

Materiales y reactivos:

- pHmetro.
- Vaso de precipitados (100 mL).
- Pipeta (25 mL).
- Tampón solución pH 4,00; 7,00 y 9,00.
- Agua destilada (H_2O).

❖ ACIDEZ TOTAL

Fundamento:

La acidez total es la suma de los ácidos valorables cuando se lleva el pH a 7 añadiendo una solución de hidróxido de sodio. Los ácidos desempeñan un papel organoléptico muy importante. Nos basaremos en la valoración potenciométrica como indicador del punto final de la valoración ácido-base (García et al., 2000).

Materiales y reactivos:

- Erlenmeyer de 100 mL.
- Pipeta de 10 mL.
- Bureta de 50 mL.
- Solución 0,1 N de hidróxido sódico (NaOH).
- Tampón solución pH 4,00; 7,00; 9,00.
- Agua destilada (H_2O).
- pHmetro.

❖ ACIDEZ VOLÁTIL

Fundamento:

La acidez volátil es el conjunto de ácidos grasos de la serie acética que se hallan en el vino libre o combinado formando sales. El más importante es el ácido acético. Son los principales responsables del “picado” de los vinos. (García et al., 2000).

Para el análisis de la acidez volátil, se va a utilizar el método García-Tena, que se basa en una destilación fraccionada del vino una vez eliminado el dióxido de

carbono y una posterior valoración ácido-base de la segunda porción del destilado (García et al., 2000).

Materiales y reactivos:

- Microdestilador o volatímetro (Matraz, puente de unión, refrigerante, Mechero de alcohol)
- Probetas de 10 mL.
- Erlenmeyer de 50 mL.
- Pipeta de 10 mL.
- Bureta de 50 mL.
- Fenolftaleína solución 1%.
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0,02 N.

❖ **SO₂ LIBRE Y TOTAL**

Fundamento:

La determinación del dióxido de azufre se basa en una valoración de óxido-reducción con I₂ como reactivo valorante en medio ácido y en presencia de almidón como indicador utilizando el método Ripper (García et al., 2000).

Materiales y reactivos:

- Erlenmeyer de 100 mL.
- Pipetas de 10 ml, 5 ml y 2 mL.
- Hidróxido de sodio (NaOH) 1N.
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) 16%.
- Yodo (I₂) 0,02 N.
- Almidón al 1 %.

❖ **NITRÓGENO FALCIMENTE ASIMILABLE (NFA)**

Fundamento:

El índice de formol de Aerny (1996) proporciona una estimación simple de los aminoácidos libres y el amonio, siendo éstas las formas nitrogenadas indispensables para la nutrición de levaduras. Se basa en la valoración de la acidez de los compuestos formados por la reacción del formaldehído con los aminoácidos.

Materiales y reactivos:

- pHmetro.
- Pipetas de distintas graduaciones.
- Centrifugadora.
- Solución de aldehído fórmico al 37/38%.
- NaOH 0,1 N y 1 N.
- Tubos falcon.
- Vaso precipitados 100 mL.

❖ **AZÚCARES REDUCTORES**

Fundamento:

Se utiliza el método Rebelein, que se basa en las propiedades reductoras de la glucosa y la fructosa sobre las sales cúpricas. Estos azúcares son oxidados a la temperatura de ebullición por un exceso de solución alcalina de Cu²⁺ que contiene tartrato para mantener el metal en solución. El Cu²⁺ es reducido a Cu⁺ y el Cu²⁺ en exceso se puede determinar por yodometría después de adicionar exceso de KI y

acidular (García et al., 2000). En este método también se realiza la hidrólisis de la posible sacarosa presente en la muestra en glucosa y fructosa.

Materiales y reactivos:

- Bureta 50 mL.
- Placa calefactora.
- Pipetas de 2 mL, 10 mL y 5 mL.
- 2 erlenmeyer de 250 mL.
- 2 vidrios de reloj y bolitas de vidrio.
- Yoduro potásico (KI) (300g de KI, 100ml de NaOH 1N y enrasar a 1L con agua destilada).
- Sal de Seignette (250 g de tartrato sódico y potásico en 400 ml de agua; por otro lado, disolver 80 g de NaOH en 400 ml de agua. Verter las dos disoluciones en un matraz aforado de un litro y enrasar con agua destilada).
- Disolución cúprica (disolver 41,92 g de sulfato de cobre pentahidratado en agua destilada, añadir 10ml de ácido sulfúrico 1 N y enrasar a 1 L con agua destilada).
- Tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1 N.
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 16%.
- Almidón al 1%.

❖ GRADO ALCOHÓLICO VOLUMÉTRICO

Fundamento:

El método ebulloscópico se basa en la variación del punto de ebullición que experimentan los líquidos hidroalcohólicos según su proporción de alcohol. En condiciones normales ($760 \text{ mm Hg/cm}^2 \equiv 1013 \text{ hPa}$) el punto de ebullición del agua es 100°C y el del alcohol $78,5^\circ\text{C}$. Una mezcla de alcohol y agua que se mantenga constante mediante un refrigerante a reflujo, hervirá a una temperatura tanto más próxima a la del agua cuanto menos alcohol contenga y viceversa. Por lo tanto, es lógico que se pueda llegar a fijar la composición alcohólica de una mezcla atendiendo a las relaciones que podamos establecer entre el porcentaje de alcohol y la temperatura de ebullición (García et al., 2000).

Materiales y reactivos:

- Ebullómetro.
- Termómetro contrastado de $86-100^\circ\text{C}$, con apreciación de $0,05^\circ\text{C}$.
- Probeta graduada.

❖ EXTRACTO SECO TOTAL

Fundamento:

El extracto seco total (EST) es el conjunto de todas las sustancias que no se volatilizan a 100°C . El extracto seco total se calcula indirectamente a partir de la masa volumétrica y el grado alcohólico volumétrico del vino (García et al., 2000).

❖ FAMILIAS FENÓLICAS

○ Índice de polifenoles totales (IPT)

Fundamento:

El IPT es un índice que se obtiene por la medida de la absorbancia del vino o mosto a 280 nm (UV), debido a que el núcleo bencénico característico de los compuestos polifenólicos tiene allí su máximo de absorbancia (García et al., 2000).

Materiales y reactivos:

- Cubeta de cuarzo de 1 cm.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.
- Espectrofotómetro.

○ **Ácidos hidroxycinámicos**

Fundamento:

El contenido de ácidos hidroxycinámicos se basa en la medida de la absorbancia del vino a 320 nm (Andrés-Lacueva et al., 1997).

Materiales y reactivos:

- Cubeta de cuarzo de 1 cm.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.
- Espectrofotómetro.

○ **Flavonoles**

Fundamento:

El contenido de flavonoles se basa en la medida de la absorbancia del vino a 365 nm (Andrés-Lacueva et al., 1997).

Materiales y reactivos:

- Cubeta de cuarzo de 1 cm.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.
- Espectrofotómetro.

○ **Índice de Pardeamiento**

Fundamento:

Se basa en la obtención del grado de pardeamiento por la medida de la absorbancia del vino a 420 nm (Andrés-Lacueva et al., 1997).

Materiales y reactivos:

- Cubeta de vidrio de 1 cm.
- Centrifugadora.
- Espectrofotómetro.
- Agua destilada.
- Tubos Falcon.

❖ COLOR

Fundamento:

El método CIE-Lab define el color a partir de unas coordenadas denominadas L^* , a^* , b^* que determinan un espacio tridimensional (Fig. 2). El eje vertical L^* representa una medida de luminosidad y varía desde completamente opaco (valor 0) a completamente transparente (valor 100). El parámetro a^* representa una medida de la intensidad de color rojo (y $-a^*$ de color verde), y b^* de la intensidad de color amarillo (y $-b^*$ de color azul) (Cassasa y Sari, 2006). Además, se calculará también la tonalidad (h^*) y la saturación o croma (C^*). Para obtener dichas coordenadas es necesario medir las absorbancias a 450, 520, 570 y 630 nm mediante espectrofotometría.

Los cálculos se realizaron a través del programa MSCV®. En este programa se compara las coordenadas L^* (Luminosidad), C^* (Croma), h^* (Tonalidad), a^* (proporción rojo/verde), y b^* (proporción azul/amarillo) dentro del espacio CIE-Lab.

Material y reactivos:

- Cubeta de vidrio de 1 cm.
- Espectrofotómetro.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.

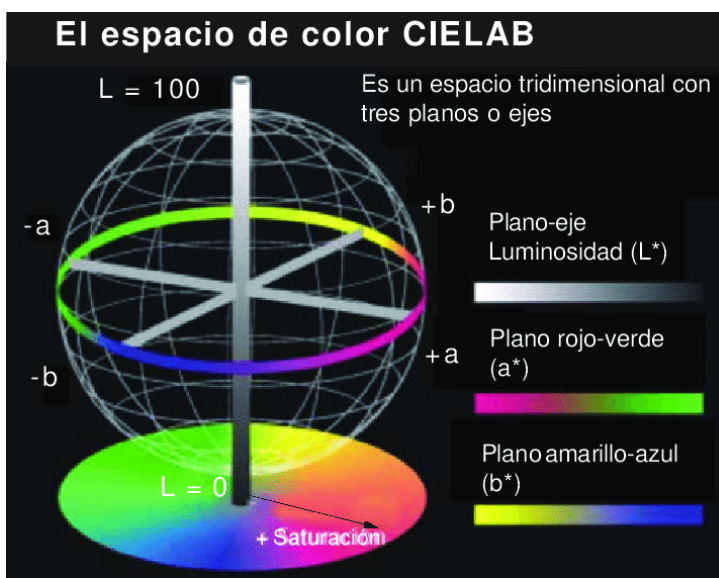


Figura 3: Espacio CIE-Lab.

4.4 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con los datos obtenidos de los análisis de mosto y del vino de la vendimia 2018. El objetivo era comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos de riego, despampanado y deshojado precoz para los parámetros físico-químicos analizados. Para la realización de los diferentes conjuntos homogéneos se utilizó el test de Tukey. Para ello, se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics versión 24.0.

Además, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para comparar los resultados de los vinos obtenidos durante las tres vendimias que duró el proyecto de investigación (2016-2017-2018), utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (17.01.0012).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 SEGUIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

El seguimiento de la fermentación alcohólica se controló mediante la medición de la temperatura y la densidad todos los días, evitando que la temperatura alcanzara valores superiores a 18 °C y perder aromas varietales.

En la *Figura 4* se muestra el seguimiento de la fermentación alcohólica en una de las repeticiones del tratamiento R0D. Las demás vinificaciones siguieron el mismo esquema.

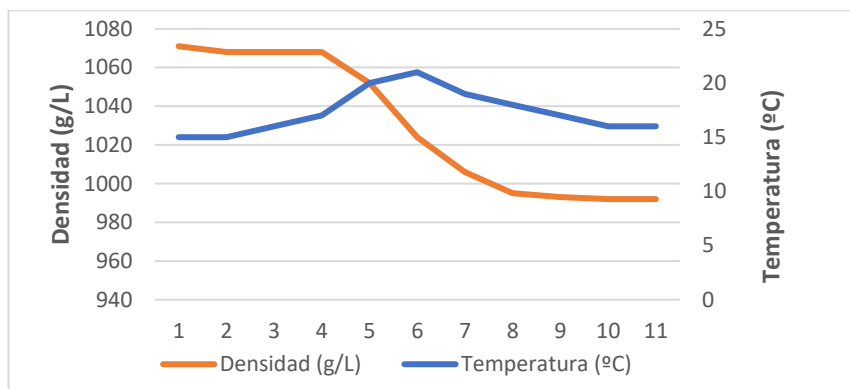


Figura 4: Seguimiento de la fermentación alcohólica en la muestra R0- D1D2

Como se puede comprobar en la *Figura 4*, la densidad desciende conforme que comienza la fermentación, produciéndose una bajada más pronunciada entre el cuarto y octavo día, coincidiendo con la fermentación tumultuosa. Una vez estabilizada, se comprobó que la concentración de azúcares residuales era inferior a 3 g/L dándose por finalizada la fermentación alcohólica en el undécimo día. Al igual que la densidad, la temperatura alcanzó picos más altos cercanos de 20 °C durante la fermentación tumultuosa y más tarde se mantuvo más o menos estable alrededor de 15 °C.

5.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

5.2.1 Recogida de muestras

Es preciso tener en cuenta el momento de la vinificación en el cual se tomaron las muestras para su posterior análisis. Las de mosto se recogieron inmediatamente tras el prensado y el desfangado estático en frío. Al vino se le aplican varias operaciones tras la fermentación: trasiego, sulfitado, estabilización por frío, un nuevo trasiego, corrección de sulfuroso, y embotellado. Por tanto, tras el embotellado, se tomaron las muestras de vino. Los análisis se realizaron inmediatamente después de recoger las muestras.

5.2.2 Efecto sobre los parámetros del mosto y vino.

En las siguientes tablas, se muestran los valores medios y la desviación típica de los análisis de las muestras de mosto y vino en los diferentes tratamientos aplicados (riego, deshojado y despampanado).

Los superíndices con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas en la misma fila.

FACTOR RIEGO

Para el estudio del efecto del riego sobre los parámetros analíticos del mosto y vino, se ha realizado una ANOVA de tres niveles (R0T, R1T, R2T).

Tabla 2: Resultados analíticos en el mosto (factor riego)

MOSTO			
	R0T	R1T	R2T
pH	3,42 ± 0,01 ^b	3,37 ± 0,03 ^a	3,43 ± 0,02 ^b
Acidez total (g/L Th ₂)	2,8 ± 0,06 ^a	2,6 ± 0,24 ^a	2,7 ± 0,32 ^a
Grado Brix	18,2 ± 0,17 ^b	17,1 ± 0,92 ^b	13,9 ± 1,33 ^a
GAP (% vol.)	10,2 ± 0,11 ^b	9,5 ± 0,61 ^b	7,3 ± 0,85 ^a
Ácidos hidroxycinámicos (mg/L)	2,62 ± 0,04 ^c	2,16 ± 0,07 ^b	1,84 ± 0,04 ^a
Flavonoles (mg/L)	0,71 ± 0,06 ^a	0,67 ± 0,02 ^a	0,54 ± 0,03 ^b
Índice de Pardeamiento	0,12 ± 0,01 ^b	0,12 ± 0,00 ^b	0,09 ± 0,02 ^a
IPT (ppm)	22 ± 0,05 ^c	19 ± 0,10 ^b	14 ± 1,53 ^a
L*	95,90 ± 0,41 ^a	96,20 ± 0,32 ^a	97,80 ± 0,10 ^b
C*	4,76 ± 0,26 ^{ab}	5,22 ± 0,31 ^b	4,15 ± 0,80 ^a
h*	106,40 ± 12,28 ^b	73,10 ± 1,13 ^a	95,30 ± 8,80 ^b
a*	-1,29 ± 0,94 ^a	1,51 ± 0,02 ^b	-1,30 ± 0,70 ^a
b*	4,50 ± 0,50 ^a	5,00 ± 0,32 ^a	4,10 ± 0,72 ^a

Tabla 3: Resultados analíticos en el vino (factor riego)

VINO			
	R0T	R1T	R2T
pH	3,25 ± 0,01 ^b	3,15 ± 0,03 ^a	3,26 ± 0,01 ^b
Acidez total (g/L Th ₂)	5,0 ± 0,17 ^a	5,0 ± 0,21 ^a	5,0 ± 0,10 ^a
GA (% vol.)	10,60 ± 0,06 ^{ab}	10,23 ± 0,32 ^a	11,00 ± 0,23 ^b
Acidez volátil (g/L acético)	0,44 ± 0,03 ^a	0,54 ± 0,20 ^a	0,36 ± 0,01 ^a
Ácidos hidroxycinámicos (mg/L)	2,43 ± 0,06 ^c	1,85 ± 0,02 ^b	2,03 ± 0,02 ^a
Flavonoles (mg/L)	0,26 ± 0,06 ^a	0,20 ± 0,02 ^a	0,21 ± 0,01 ^a
Índice de Pardeamiento	0,10 ± 0,00 ^a	0,10 ± 0,00 ^a	0,11 ± 0,00 ^b
IPT (ppm)	9 ± 0,17 ^{ab}	8 ± 0,12 ^a	9 ± 0,24 ^b
L*	97,22 ± 0,10 ^c	97,00 ± 0,10 ^b	96,00 ± 0,26 ^a
C*	4,71 ± 0,71 ^a	4,90 ± 0,13 ^a	5,45 ± 1,00 ^a
h*	111,00 ± 2,50 ^b	108,13 ± 1,20 ^b	91,62 ± 3,01 ^a
a*	-1,68 ± 0,44 ^a	-1,52 ± 0,07 ^a	-0,12 ± 0,26 ^b
b*	4,41 ± 0,60 ^a	4,64 ± 0,16 ^a	5,44 ± 1,00 ^a
Extracto seco (g/L)	32,7 ± 0,12 ^a	30,1 ± 2,90 ^a	31,7 ± 3,80 ^a

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el mosto en los siguientes parámetros: pH, grado Brix, GAP, ácidos hidroxicinámicos, flavonoles, índice de pardeamiento, IPT, luminosidad (L^*), croma o saturación (C^*), tonalidad (h^*), y en la intensidad cromática a^* . Mientras que en el vino en: pH, GA, ácidos hidroxicinámicos, índice de pardeamiento, IPT, luminosidad (L^*), tonalidad (h^*) y en la coordenada cromática a^* (Tablas 2 y 3).

En la *Tabla 2*, se observa que el pH disminuye con la aplicación de riego desde el inicio del envero hasta final de maduración (R1T) y aumenta con la aplicación de riego desde baya tamaño de guisante hasta final de maduración (R2T). Las diferencias estadísticamente significativas se observaron entre el tratamiento R1T y los otros dos tratamientos (R0T y R2T).

El grado Brix y el grado alcohólico probable disminuyen con la aplicación de riego (Tabla 2) aunque las diferencias estadísticamente significativas se encuentran entre las muestras de mosto R2T y los otros dos tipos de tratamiento (R0T y R1T).

En cuanto al resto de parámetros del mosto, se puede observar en la *Tabla 2* que las muestras de secano (R0T) son las que presentan valores más altos que en las que se ha aplicado riego, excepto en los valores de saturación (C^*) y de la coordenada cromática a^* (Tabla 2), donde presentan valores más altos las muestras con la aplicación de riego desde el envero hasta maduración (R1T) y las muestras con el otro tipo de riego (R2T).

En las siguientes gráficas (Figuras 5 a 12) se muestran los parámetros analíticos del vino en los que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para el factor riego:

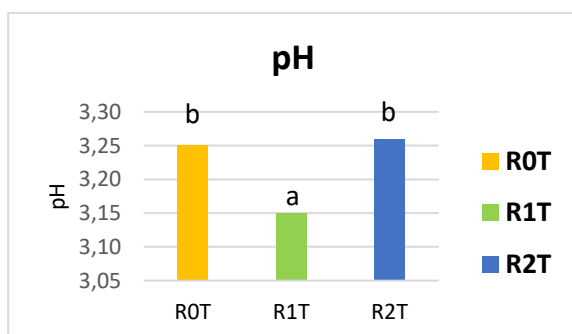


Figura 5: Valores medios de pH para el tratamiento de riego en vino

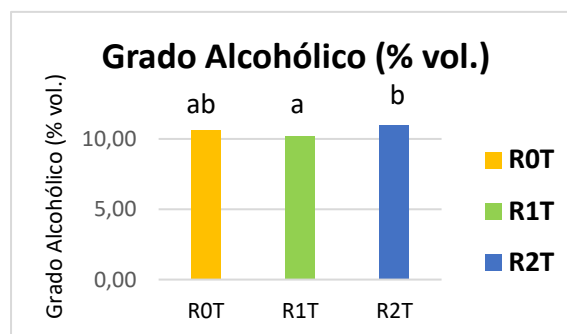


Figura 6: Valores medios del grado alcohólico para el tratamiento de riego en vino

Se puede observar en la *Figura 5*, que el valor más alto de pH se alcanza con la aplicación de riego R2T (riego al 30% ETo a partir del estado de tamaño guisante hasta final de maduración) y el valor más bajo se alcanza con la aplicación de riego R1T (riego al 30% ETo desde el envero hasta maduración) comparándolo con la muestra de secano R0T. Autores en diferentes estudios observaron cómo los valores de pH disminuían sin la aplicación de riego en secano antes de envero, (Fernández Gomez, 2013), otros observaron una disminución con la aplicación de riego (Lissarrague, 1986; Yuste, 1995; Durántez, 2011). Por otro lado, para el grado alcohólico se han encontrado diferencias significativas entre las muestras R1T y las R2T, y siendo éstas últimas (riego desde el estado fenológico tamaño de guisante hasta final de maduración) el que ha alcanzado los valores más altos (Figura 6 y Tabla 3).

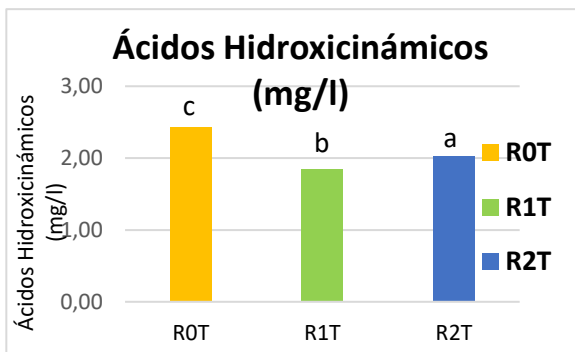


Figura 7: Valores medios de los ácidos hidroxicinámicos para el tratamiento de riego en vino

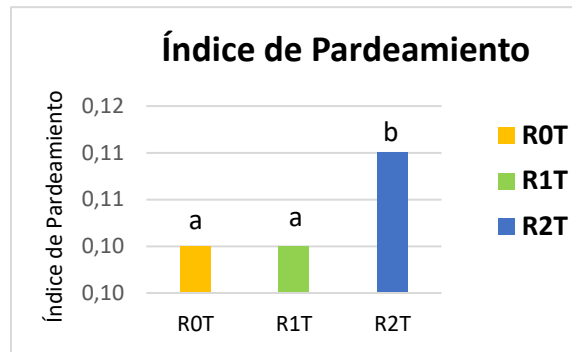


Figura 8: Valores medios del índice de pardeamiento para el tratamiento de riego en vino

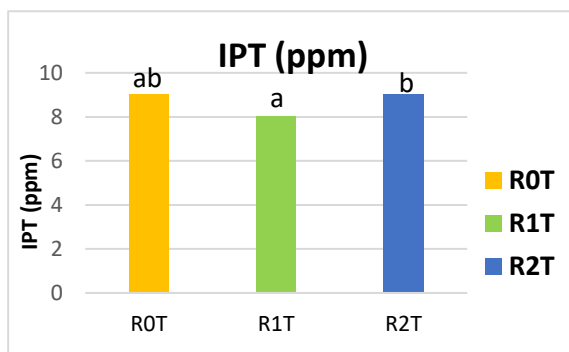


Figura 9: Valores medios de los IPT para el tratamiento de riego

Los compuestos fenólicos del vino (ácidos hidroxicinámicos, índice de pardeamiento, e IPT) también presentan diferencias estadísticamente significativas, disminuyendo los ácidos hidroxicinámicos (Figura 7) con la aplicación de riego, y aumentando el índice de pardeamiento (Figura 8) con la aplicación de riego desde el estado fenológico tamaño de guisante hasta final de maduración (R2T). En el caso de los IPT (Figura 9), solo se encontraron diferencias entre la muestra de riego desde el envero hasta final de maduración (R1T), la cual presenta valores más bajos, y la muestra de riego desde baya tamaño de guisante hasta final de maduración (R2T). En otros estudios, observaron como la concentración de compuestos fenólicos aumentaron con diferentes tratamientos de riego (Matthews, 1988), y en otros disminuyeron debido a una menor proporción hollejo-pulpa con lo que se agravaban los procesos de dilución (Ginestar et al., 1998; Durántez, 2011; Mínguez, 2011).

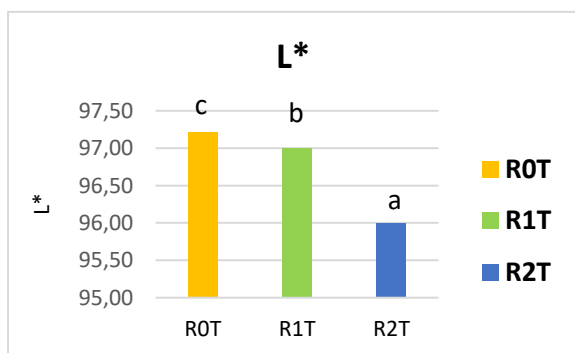


Figura 10: Valores medios de luminosidad para el tratamiento de riego en vino

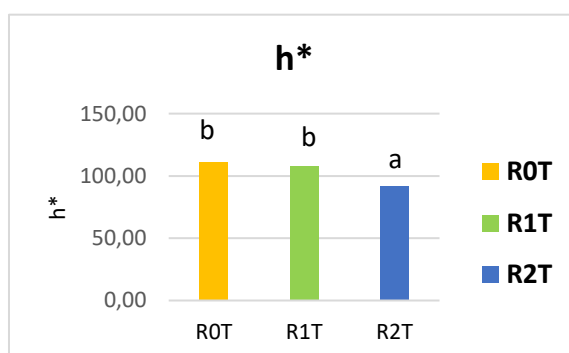


Figura 11: Valores medio de tonalidad para el tratamiento de riego en vino

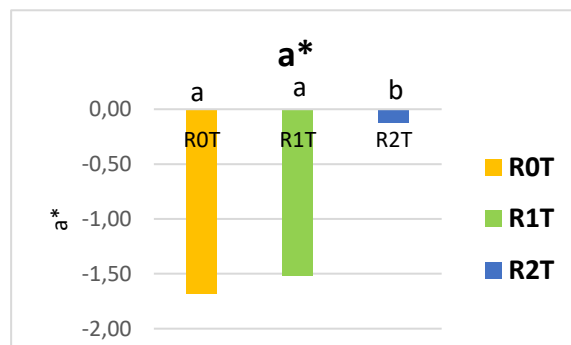


Figura 12: Valores medios de la coordenada cromática a* para el tratamiento de riego en vino

En cuanto al color, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de luminosidad (L*), tonalidad (h*) y coordenada cromática a* (Figuras 10, 11 y 12) comportándose de manera semejante la luminosidad (L*) y la tonalidad (h*) (Figuras 10 y 11) disminuyendo la concentración con la aplicación de riego, y por otro lado, aumentando su concentración la coordenada cromática a* (Figura 12) las muestras de riego (R1T y R2T).

FACTOR DESHOJADO

En este caso para el estudio del deshojado, se estudiará el tratamiento de deshojado sin riego, es decir, en secano (R0T-R0D) y, por otra parte, el efecto del deshojado con riego (R2T-R2D), realizando dos ANOVAS con dos niveles cada uno, tanto en mosto como en vino.

Tabla 4: Resultados analíticos en el mosto (factor deshojado)

MOSTO				
	R0T	R0D	R2T	R2D
pH	3,42 ± 0,01 ^b	3,40 ± 0,02 ^a	3,43 ± 0,02 ^b	3,36 ± 0,04 ^a
Acidez total (g/L Th2)	2,8 ± 0,10 ^a	3,0 ± 0,20 ^a	2,7 ± 0,32 ^a	2,9 ± 0,12 ^a
Grado Brix	18,2 ± 0,17 ^a	17,1 ± 1,04 ^a	13,9 ± 1,33 ^a	17,0 ± 0,17 ^b
GAP (% vol.)	10,2 ± 0,11 ^a	9,5 ± 0,70 ^a	7,3 ± 0,85 ^a	9,4 ± 0,12 ^b
Ácidos hidroxicinámicos (mg/L)	2,62 ± 0,04 ^b	2,20 ± 0,11 ^a	1,84 ± 0,04 ^a	2,25 ± 0,05 ^b
Flavonoles (mg/L)	0,71 ± 0,10 ^a	0,63 ± 0,03 ^a	0,54 ± 0,03 ^a	0,73 ± 0,08 ^b
Índice de Pardeamiento	0,12 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,00 ^a	0,10 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,00 ^a
IPT (ppm)	22 ± 0,10 ^b	18 ± 0,31 ^a	14 ± 1,53 ^a	17 ± 0,18 ^b
L*	96,00 ± 0,41 ^a	97,00 ± 0,18 ^b	97,80 ± 0,10 ^b	96,70 ± 0,10 ^a
C*	4,80 ± 0,30 ^a	5,50 ± 0,70 ^a	4,15 ± 0,80 ^a	6,10 ± 0,82 ^b
h*	106,41 ± 12,28 ^a	107,00 ± 8,30 ^a	95,30 ± 8,80 ^a	81,43 ± 7,60 ^a
a*	-1,30 ± 0,93 ^a	-0,50 ± 1,74 ^a	-0,50 ± 0,70 ^a	1,00 ± 0,91 ^b
b*	4,50 ± 0,47 ^a	5,21 ± 0,88 ^a	4,10 ± 0,72 ^a	6,00 ± 0,67 ^b

Como se puede comprobar en la *Tabla 4*, existen muchas más diferencias significativas en las muestras en las que se ha aplicado el deshojado con riego (R2T, R2D) que en las que se ha aplicado deshojado en secano (R0T, R0D).

Para el factor deshojado en seco en mosto (R0T, R0D), se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los siguientes parámetros: pH, ácidos hidroxycinámicos, IPT y luminosidad (L^*). Como se observa en la *Tabla 4* la concentración de los parámetros disminuye cuando se aplica el deshojado, a excepción del parámetro del color, luminosidad (L^*), que aumenta al aplicar el tratamiento.

En cuanto al pH, autores en otros estudios encontraron una ligera tendencia a la disminución del pH en cepas deshojadas (Asenjo et al., 2004; Kliever et al., 1988). Cuevas (2001) y Mullins et al. (1992), observaron que la disminución del pH estaba estrechamente relacionada con el deshojado, disminuyendo su valor en cepas cultivadas en condiciones de baja iluminación.

Por otro lado, el análisis de polifenoles totales (IPT) en el mosto (Tabla 4) muestra una ligera tendencia a disminuir el valor de dicho parámetro en el tratamiento de deshojado en seco (R0D), resultando ser contradictorio con el ensayo realizado por García Escudero et al., (2011), pero coincidiendo con la muestra de mosto del tratamiento de deshojado con riego (R2D), donde la carga polifenólica incrementa su valor al aplicar el deshojado.

Tabla 5: Resultados analíticos en el vino (factor deshojado)

VINO				
	R0T	R0D	R2T	R2D
pH	3,25 ± 0,01 ^a	3,26 ± 0,04 ^a	3,26 ± 0,01 ^a	3,27 ± 0,01 ^a
Acidez total (g/L Th2)	5,0 ± 0,17 ^b	4,5 ± 0,19 ^a	5,0 ± 0,10 ^a	5,0 ± 0,10 ^a
GA (% vol.)	10,60 ± 0,06 ^a	11,02 ± 0,15 ^b	11,00 ± 0,23 ^b	10,10 ± 0,35 ^a
Acidez volátil (g/L acético)	0,44 ± 0,03 ^a	0,47 ± 0,04 ^a	0,36 ± 0,01 ^a	0,36 ± 0,01 ^a
Ácidos hidroxycinámicos (mg/L)	2,43 ± 0,06 ^b	2,37 ± 0,11 ^a	2,03 ± 0,02 ^a	2,24 ± 0,03 ^b
Flavonoles (mg/L)	0,26 ± 0,06 ^a	0,20 ± 0,04 ^a	0,21 ± 0,01 ^a	0,22 ± 0,01 ^a
Índice de Pardeamiento	0,11 ± 0,04 ^b	0,10 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,00 ^b	0,10 ± 0,01 ^a
IPT (ppm)	9 ± 0,17 ^b	8 ± 0,64 ^a	9 ± 0,24 ^b	8 ± 0,24 ^a
L^*	97,23 ± 0,05 ^a	97,00 ± 0,41 ^a	95,62 ± 0,26 ^a	98,00 ± 0,43 ^b
C^*	4,72 ± 0,71 ^a	4,76 ± 0,11 ^a	5,45 ± 0,91 ^a	4,61 ± 0,12 ^a
h^*	110,63 ± 2,50 ^a	106,18 ± 3,00 ^a	91,62 ± 3,01 ^a	93,90 ± 2,00 ^a
a^*	-1,68 ± 0,44 ^a	-1,33 ± 0,26 ^a	-0,12 ± 0,26 ^a	-12,94 ± 25,40 ^a
b^*	4,40 ± 0,60 ^a	4,60 ± 0,06 ^a	5,44 ± 0,92 ^a	4,60 ± 0,12 ^a
Extracto Seco (g/L)	32,7 ± 0,11 ^a	30,6 ± 2,19 ^a	31,7 ± 3,75 ^a	29,7 ± 0,35 ^a

A continuación, se muestra las gráficas de aquellos parámetros analíticos del vino con diferencias estadísticamente significativas del primer ANOVA realizado del factor deshojado (R0T, R0D):

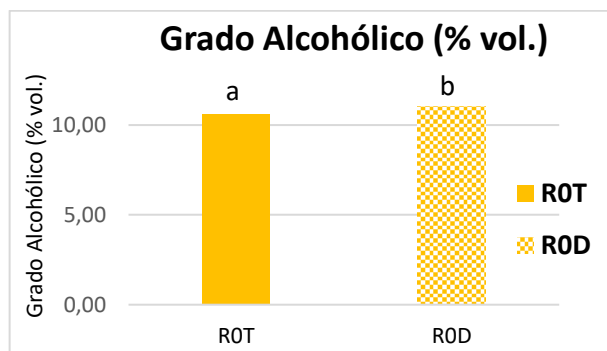


Figura 13: Valores medios de grado alcohólico para el tratamiento de deshojado en seco en vino

Como se puede comprobar en la *Tabla 5* y *Figura 13* el grado alcohólico es el único parámetro con diferencias estadísticamente significativas en el cual su valor aumenta al aplicar el factor deshojado en seco, coincidiendo con otros estudios donde alcanzó valores más altos al aplicar dicho tratamiento (Diago, 2010); por el contrario, otros autores no encontraron diferencias significativas al aplicar el deshojado precoz (Tardaguila et al., 2008).

Respecto al resto de parámetros en los que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas (Figuras 14, 15, 16 y 17) todos coinciden en que al aplicar el tratamiento del deshojado en seco (R0D) su valor disminuyó con respecto a la muestra testigo (R0T).

En el análisis de la acidez autores, tales como Arroyo et al. (2016) coinciden con este estudio ya que observaron una pérdida de la acidez total en las muestras donde aplicaron el deshojado. Es así como (García-Escudero, 1991; Bartolomé et al., 1995; Esteban et al., 1999) afirman que en general, la acidez total aumenta en condiciones de regadío, debido principalmente al incremento del ácido málico, y una disminución del pH, coincidiendo con los resultados de este estudio (Tabla 5) donde la acidez en el tratamiento de deshojado con riego se mantiene constante pero más elevada que en el testigo en seco (R0T) y el pH aumenta. De la misma forma, en el análisis de los IPT la concentración de las cepas deshojadas disminuyó, sin embargo, Ojeda et al. (2002) observaron un aumento de la concentración, pues el estado hídrico de la vid también puede afectar a la tasa de acumulación de los compuestos fenólicos en la baya durante la maduración de forma positiva.

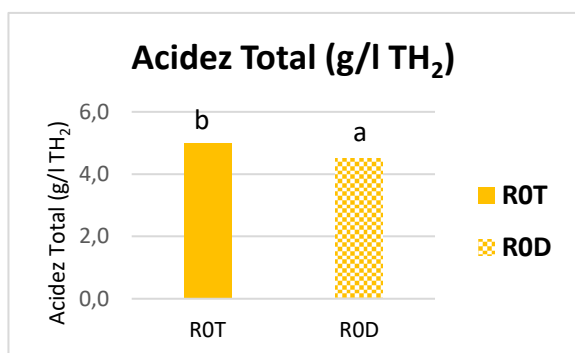


Figura 14: Valores medios de la acidez total para el tratamiento de deshojado en seco en vino

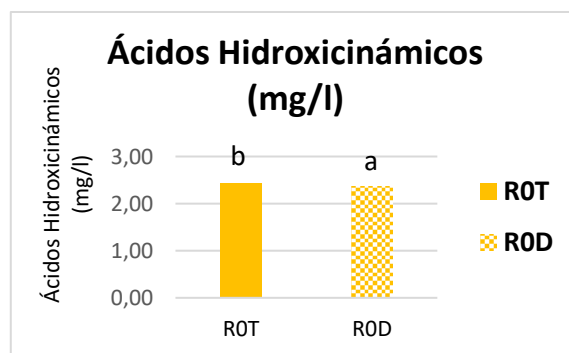


Figura 15: Valores medios de los ácidos hidroxicinámicos para el tratamiento de deshojado en seco en vino

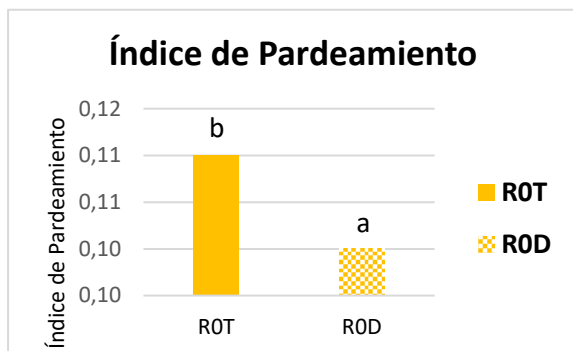


Figura 16: Valores medios del índice de pardeamiento para el tratamiento de deshojado en seco en vino

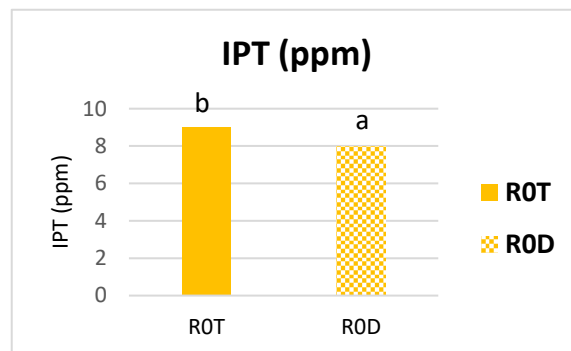


Figura 17: Valores medios de los IPT para el tratamiento de deshojado en seco en vino

En las siguientes gráficas se muestran las variables con diferencias estadísticamente significativas en el vino para el segundo ANOVA realizado del factor deshojado, en el cual se ha aplicado riego (R2T, R2D):

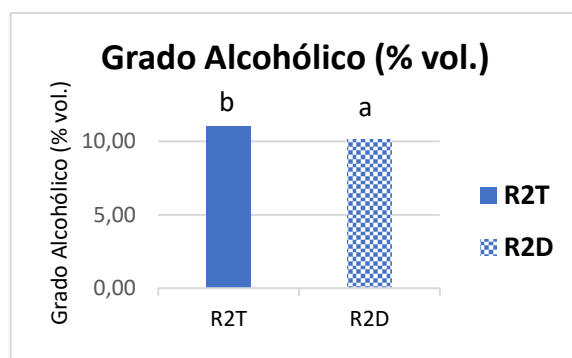


Figura 18: Valores medios del grado alcohólico para el tratamiento de deshojado con riego en vino

El grado alcohólico para la muestra donde se ha realizado el deshojado con riego (R2D) se comporta de forma diferente que en la muestra del tratamiento de deshojado en seco como se puede observar (Figura 18). En este caso, su valor disminuye con la aplicación de riego respecto a la muestra testigo.

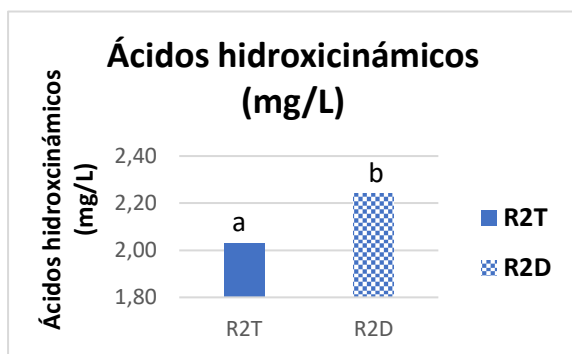


Figura 19: Valores medios de los ácidos hidroxicinámicos para el tratamiento de deshojado

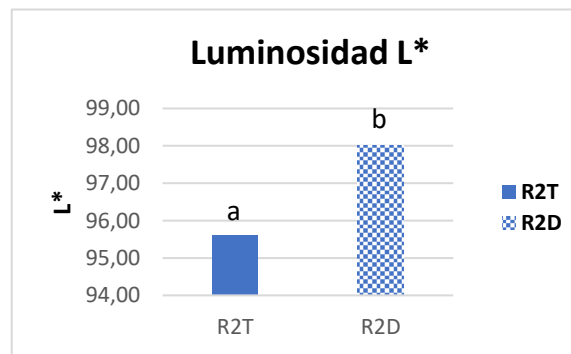


Figura 20: Valores medios de la luminosidad L* para el tratamiento de deshojado con riego en vino

En las Figuras 19 y 20 se puede comprobar como el valor de los ácidos hidroxicinámicos y de la luminosidad (L*) aumentan cuando se aplica el tratamiento de deshojado con riego (R2D). Los ácidos hidroxicinámicos son los compuestos fenólicos más característicos de los vinos blancos (Fuente et al., 2014) y su aumento podría significar una mejora sobre la calidad y la estabilidad del color en el vino.

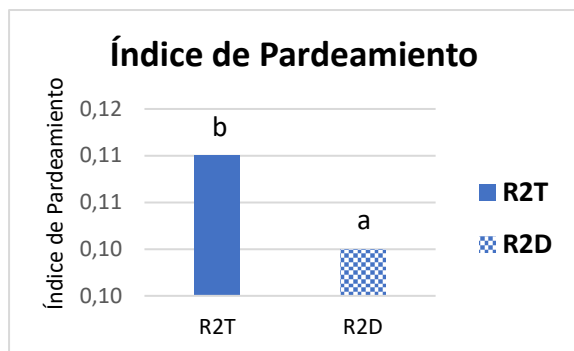


Figura 21: Valores medios del índice de pardeamiento para el tratamiento de deshojado con riego en vino

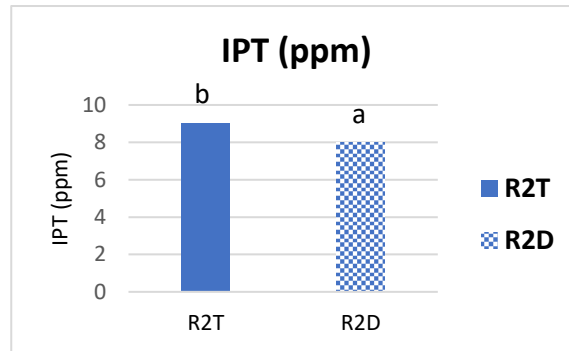


Figura 22: Valores medios de IPT para el tratamiento de deshojado con riego en vino

Por último, el análisis del índice de pardeamiento y de los IPT (Figuras 21 y 22) con diferencias estadísticamente significativas, muestran como disminuyen sus valores al aplicar el tratamiento de deshojado con riego. La disminución de los polifenoles está asociada con la reducción del pardeamiento en el vino blanco (Martínez, 2016) coincidiendo en este estudio con la disminución de dichos parámetros.

FACTOR DESPAMPANADO

Para el estudio del efecto del despampanado sobre los parámetros analíticos del mosto y vino, se ha realizado una ANOVA de dos niveles (R1T, R1D).

Tabla 6: Resultados analíticos en el mosto (factor despampanado)

MOSTO		
	R1T	R1D
pH	3,37 ± 0,03 ^a	3,32 ± 0,06 ^a
Acidez total (g/L Th ₂)	2,6 ± 0,24 ^a	3,3 ± 0,06 ^b
Grado Brix	17,1 ± 0,92 ^a	16,0 ± 2,20 ^a
GAP (% vol.)	9,5 ± 0,61 ^a	8,7 ± 1,44 ^a
Ácidos hidroxicinámicos (mg/L)	2,16 ± 0,10 ^a	2,30 ± 0,14 ^a
Flavonoles (mg/L)	0,67 ± 0,02 ^a	0,71 ± 0,05 ^a
Índice de Pardeamiento	0,12 ± 0,00 ^a	0,12 ± 0,01 ^a
IPT (ppm)	20 ± 0,10 ^a	19 ± 0,82 ^a
L*	96,18 ± 0,32 ^a	96,25 ± 0,13 ^a
C*	5,21 ± 0,31 ^a	9,60 ± 2,42 ^b
h*	73,10 ± 1,13 ^a	90,16 ± 7,81 ^b
a*	1,51 ± 0,02 ^b	-0,34 ± 1,23 ^a
b*	5,00 ± 0,32 ^a	9,50 ± 2,39 ^b

En el mosto (Tabla 6) se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en: acidez total, saturación (C*), tonalidad (h*), coordenada cromática a* y en la coordenada cromática b*. En el caso del vino (Tabla 7), las diferencias encontradas son en el pH, ácidos hidroxicinámicos, tonalidad (h*) y en la coordenada cromática a*.

Se ha observado que todos los parámetros con diferencias estadísticamente significativas en el mosto (Tabla 6) presentan valores más altos si se les ha realizado el despampanado, a excepción de la coordenada cromática a^* , cuyo valor disminuye al aplicar dicha práctica.

Tabla 7: Resultados analíticos en el vino (factor despampanado)

VINO		
	R1T	R1D
pH	$3,15 \pm 0,03^a$	$3,30 \pm 0,04^b$
Acidez total (g/L Th_2)	$5,0 \pm 0,21^a$	$4,7 \pm 0,43^a$
GA (% vol.)	$10,23 \pm 0,32^a$	$10,23 \pm 0,15^a$
Acidez volátil (g/L acético)	$0,54 \pm 0,19^a$	$0,33 \pm 0,04^a$
Ácidos hidroxicinámicos (mg/L)	$1,85 \pm 0,02^a$	$2,19 \pm 0,08^b$
Flavonoles (mg/L)	$0,20 \pm 0,02^a$	$0,20 \pm 0,01^a$
Índice de Pardeamiento	$0,10 \pm 0,00^a$	$0,10 \pm 0,02^a$
IPT (ppm)	$8 \pm 0,12^a$	$8 \pm 0,12^a$
L^*	$96,63 \pm 0,10^a$	$96,38 \pm 1,50^a$
C^*	$4,90 \pm 0,13^a$	$4,77 \pm 1,01^a$
h^*	$108,13 \pm 1,20^b$	$90,91 \pm 3,52^a$
a^*	$-1,52 \pm 0,07^a$	$-0,12 \pm 0,31^b$
b^*	$4,64 \pm 0,20^a$	$4,80 \pm 1,00^a$
Extracto Seco (g/L)	$30,1 \pm 2,90^a$	$27,6 \pm 2,08^a$

A continuación, se representa en las siguientes gráficas las variables que presentan diferencias estadísticamente significativas en el vino al aplicar el factor despampanado:

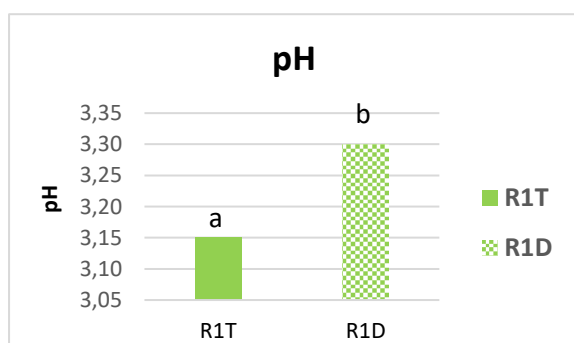


Figura 23: Valores medios de pH para el tratamiento de despampanado en vino

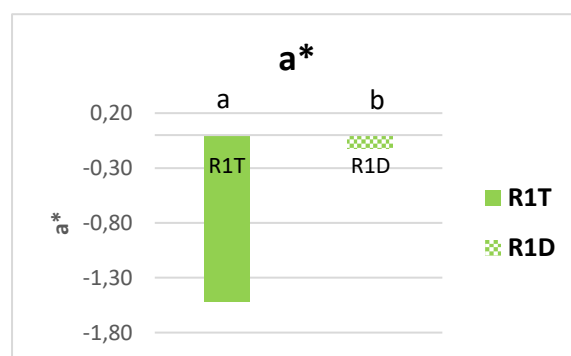


Figura 24: Valores medios de la coordenada cromática a^* para el tratamiento de despampanado

Los valores de pH, de la coordenada cromática a^* y de los ácidos hidroxicinámicos aumentan de concentración cuando se aplica el despampanado (Figuras 23, 24 y 25). Además, el pH aumenta acorde con la disminución de la acidez total, aunque ésta no presente diferencias estadísticamente significativas (Tabla 7).

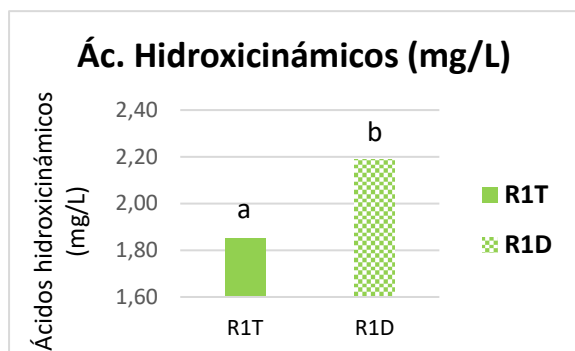


Figura 25: Valores medios de los ácidos hidroxicinámicos para el tratamiento de despampanado en vino

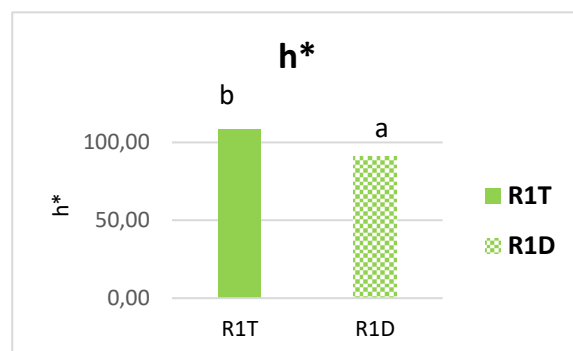


Figura 26: Valores medios de la tonalidad para el tratamiento de despampanado en vino

La tonalidad h^* (Figura 26) disminuye con la aplicación del despampanado y siendo la muestra testigo (R1T) la que presenta valores más altos que en el caso de la muestra con despampanado (R1D).

5.3. COMPARACIÓN DE LOS VINOS OBTENIDOS EN LAS TRES CAMPAÑAS DEL PROYECTO

Para conocer y valorar de forma objetiva la influencia y la utilidad que presenta la aplicación de las distintas prácticas agrícolas realizadas a lo largo del proyecto de investigación en el que se enmarca este TFG, en las siguientes figuras (26, 27 y 28) se representan mediante análisis de componentes principales las variables físico-químicas de los vinos y los tratamientos experimentales para cada una de las campañas (2016-2017-2018). Con ello se pretende buscar posibles tendencias en un conjunto de datos multivariante (Andrés Igea, 2017).

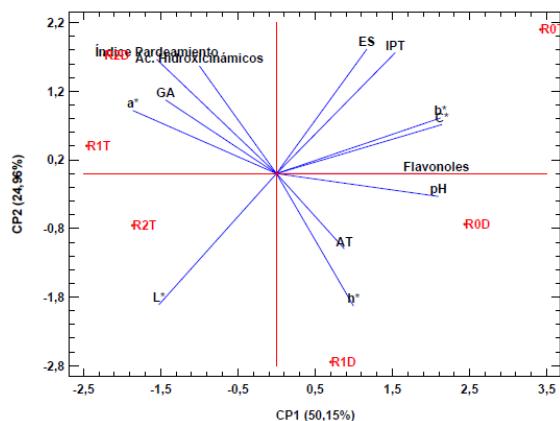


Figura 27: Mapa ACP de los tratamientos y variables analíticas en la vendimia 2016

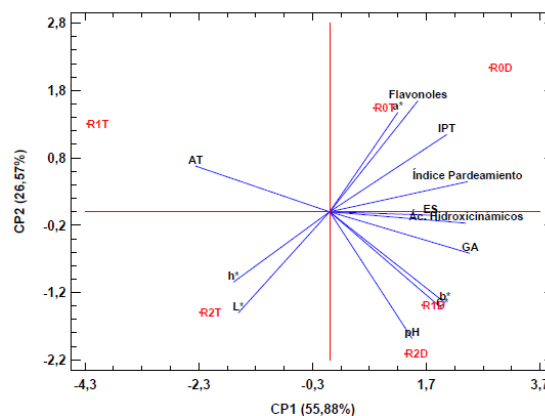


Figura 28: Mapa ACP de los tratamientos y variables analíticas en la vendimia 2017

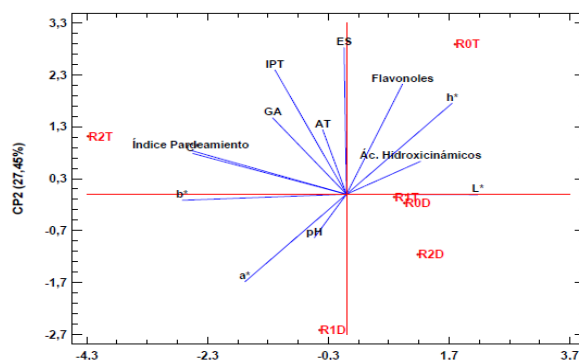


Figura 29: Mapa ACP de los tratamientos y variables analíticas en la vendimia 2018

Lucía Izaguirre Díaz

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, CAMPUS DE PALENCIA. Grado en Enología

Se observa como los vinos situados en las dimensiones vectoriales (Figuras 27, 28 y 29) definidos por las dos componentes (CP1 y CP2) en cada figura, representaron un porcentaje de variación total de 75,11%, 82,45% y 65,43% respectivamente, siendo el valor de la vendimia 2017 (Figura 28) el más alto.

Además, en la *Tabla 8* se presentan los datos de precipitación y ETo para el periodo vegetativo (Abril a Septiembre), así como los de precipitación anual (Octubre a Septiembre). Se observa que el periodo de estudio corresponde a tres campañas de climatología desigual, en que destaca una campaña muy seca (2017) y una más húmeda (2018).

El volumen de riego medio aplicado en el conjunto de los años fue de 72 y 138 mm en los tratamientos R1 y R2 respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8: Datos de evapotranspiración de referencia (ETo) durante el ciclo vegetativo (Abril-Septiembre), pluviometría estacional Pc (Abril-Septiembre), y anual Pa (Octubre-Septiembre), y dosis total de agua aplicada en cada tratamiento de régimen hídrico.

Año	ETo, mm	Pc, mm Abr-Sep	Pa, mm Oct-Sep	Riego, mm	
				R1 (desde envero)	R2 (desde guisante)
2016	830	93	318	73	139
2017	970	89	167	74	144
2018	871	139	324	68	131
Media	890	107	270	72	138

En la vendimia 2016 (Figura 27) se puede observar como el tratamiento testigo (R0T) no se encuentra bien caracterizado, aunque se podría decir que existe cierta tendencia a presentar mayor extracto seco e IPT. Sin embargo, la muestra de riego desde inicio de enero (R1T) se encontraría caracterizada por la coordenada cromática a^* y por el grado alcohólico, mientras que el tratamiento de riego desde baya tamaño de guisante (R2T), que se sitúa en el espacio negativo de las dos componentes (CP1 y CP2), presenta cierta correlación con la luminosidad (L^*).

En la aplicación de las prácticas agronómicas, el tratamiento de deshojado en seco (R0D) presentó una estrecha relación con el pH y con concentraciones altas de flavonoles. Por otro lado, el tratamiento de riego con deshojado (R2D), se caracteriza por su proximidad al índice de pardeamiento, familias fenólicas (excepto flavonoles), y ácidos hidroxicinámicos. Por último, el tratamiento de riego con despampanado (R1D) estaría caracterizado por presentar concentraciones altas de tonalidad (h^*) y acidez total.

En la vendimia 2017 (Figura 28) el tratamiento (R0T) presenta una estrecha correlación con la concentración de IPT, coordenada cromática a^* y flavonoles. La muestra de riego (R1T) se encuentra próxima a la variable de la acidez total, mientras que la muestra de riego (R2T) se encuentra caracterizado por la luminosidad (L^*) y la tonalidad (h^*).

En términos de deshojado, la muestra R0D estaría caracterizada por valores altos de flavonoles, mientras que la muestra de deshojado con riego (R2D) destacaría por su proximidad con el pH. Por otro lado, el tratamiento de riego con despampanado (R1D) se encuentra estrechamente relacionado con la cromaticidad (C^*) y con la coordenada cromática b^* .

En la vendimia 2018 (Figura 29) el tratamiento R0T se encuentra caracterizado por valores altos de flavonoles y de tonalidad (h^*). La muestra de riego R1T se caracteriza por valores de la luminosidad (L^*) y presenta una fuerte relación con el tratamiento R0D, sin embargo, la muestra de riego R2T se encuentra muy próxima a las variables de cromaticidad (C^*) e índice de pardeamiento.

Por otro lado, el tratamiento R2D no se relacionó con ninguno de los parámetros analizados. Por último, el tratamiento de despampanado (R1D), se encuentra representado por la coordenada cromática a^* .

La aplicación de riego ha permitido discriminar claramente las características generales del vino en las campañas 2016 y 2017, diferenciando de forma nítida los tratamientos de regadío frente al tratamiento de secano, mientras que en el año 2018 las diferencias entre tratamientos regados y el secano fueron mucho menos evidentes. Por otra parte, la aplicación de las diferentes técnicas agrícolas (despampanado y deshojado precoz) también ha separado los vinos en función de su composición global, pero con una tendencia entre tratamientos menos intensa que en el caso del riego. Así, por ejemplo, en la campaña 2018 se han diferenciado los tratamientos sometidos a deshojado precoz (R0D y R2D) en cuanto a su mayor luminosidad frente al correspondiente tratamiento testigo en cada régimen hídrico (R0T y R2T).

6. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de riego durante la vendimia 2018 produjo una dilución en los sólidos solubles del mosto y condujo a la obtención de vinos con coloraciones más blancas y pajizas, poco luminosos y con una tonalidad menos marcada, además de graduaciones alcohólicas inferiores a las de los otros años estudiados.
- Para obtener vinos con mayor grado alcohólico y mayor acidez total, es conveniente aplicar la técnica del deshojado en secano, aunque como se ha comprobado a lo largo del estudio del año 2018, la aplicación del deshojado junto con riego ha favorecido la obtención de vinos más luminosos y con mayor coloración, debido, al aumento de los principales compuestos responsables, ácidos hidroxicinámicos, en los vinos blancos. El despampanado junto con riego se comportó de forma semejante, contribuyendo de forma positiva en el color del vino, aunque indujo a la obtención de vinos con menor acidez total.
- Las diferentes dosis de riego y los factores agronómicos estudiados de deshojado precoz y despampanado, no han mostrado semejanzas entre ellos en la composición analítica tanto del mosto como del vino en la vendimia 2018. Sin embargo, la aplicación del riego, así como el deshojado y despampanado, han demostrado tener beneficios sobre la calidad analítica del mosto y vino, pudiendo obtener vinos con distintos perfiles en función de cómo se apliquen.
- Se puede apreciar cómo las diferentes condiciones climáticas en cada una de las tres campañas han repercutido en las cualidades diferentes del vino de los distintos tratamientos. En general, la representación del ACP ha permitido apreciar, en el conjunto de las tres campañas, el distinto posicionamiento del vino de cada tratamiento con respecto a su testigo, tanto en lo relativo al régimen hídrico como en cuanto a la aplicación de control vegetativo (despampanado y deshojado precoz).

- Es importante conocer, a la hora de realizar estos estudios, que el clima y los factores climáticos tienen una gran influencia sobre el desarrollo de la vid, sobre su rendimiento y composición de la baya, y, por tanto, juegan un papel decisivo sobre la calidad final del vino.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ANDAHUA, S. I. (2013). 'Efecto de tres niveles de riego, orientación de la viña y poda de raíces sobre la composición de los hollejos de la uva variedad bobal'. Tesis de Máster. pp. 1–20.
- ANDRÉS IGEA, E. (2017). 'Determinación de algunos parámetros físico-químicos y seguimiento multivariante de la fermentación maloláctica en vinos'. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Burgos.
- ANDRÉS-LACUEVA, C., LAMUELA-RAVENTÓS, R.M., BUXADERAS, S. and DE LA TORRE-BORONAT, M.C. (1997). 'Influence of variety and ageing on foaming properties of cava'. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 45 (7), pp. 2520-2525.
- ARROYO, T. and CABELLOS, J. M. (2016). 'Influencia de deshojado en el índice de potencial aromático varietal y en la composición volátil en Moscatel de Alejandría. Influencia del deshojado en el índice de potencial aromático varietal y en la composición volátil en Moscatel de Alejandría'. 31ª Conferencia Reunión del GTEVE.
- ASENJO, J. L., ARRANZ, C. and YUSTE, J. (2004). 'Mejora de la calidad de la uva a través del deshojado'. Vida Rural. pp. 46–50.
- BARTOLOMÉ, M.C. (1993). 'Respuestas de la vid (*Vitis vinífera* L.) a condiciones de estrés hídrico: efectos sobre las relaciones agua-planta, el crecimiento, la producción y la calidad (cv. Tempranillo)'. Tesis doctoral del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid.
- BENITO, J. (2016). 'Perspectiva evolutiva de la uva Verdejo en diferentes Denominaciones de Origen de España'. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Valladolid.
- CUEVAS, E. (2001). 'Estudio de mecanismos de adaptación ecofisiológica de la vid (*Vitis vinífera* L., var. Tempranillo) al déficit hídrico. Evaluación del consumo de agua y de las respuestas agronómicas en diferentes regímenes hídricos'. Tesis doctoral. Departamento de Producción vegetal. Universidad Politécnica de Madrid.
- DARTIGOEYTE, L. (2007). 'El despampanado de la viña'. Service Vigne et Vin, Chambre d'Agriculture de la Gironde. pp. 1–3.
- DIAGO, M.P. (2010). 'Estudio y desarrollo del deshojado precoz como técnica para el control del rendimiento productivo de la vid (*Vitis vinífera* L.). Efectos sobre el desarrollo vegetativo, los componentes de la producción, así como sobre la composición y la calidad de la uva y del vino'. Universidad de La Rioja. Tesis Doctoral.
- DURÁNTEZ, J.M. (2011). 'Aplicación e influencia de diferentes sistemas y dosis de riego en la calidad de mosto y vino de Cabernet Sauvignon'. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Valladolid.
- ESTEBAN M.A., VILLANUEVA M.J., and LISARRAGUE J.R. (1999). 'Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation. Sugars, organic acids, and mineral elements'. American Journal of Enology and Viticulture. 50 (4), pp. 418-434.

- FERNÁNDEZ GOMEZ, O. (2013). 'Análisis de las diferencias en el crecimiento vegetativo, en los componentes del rendimiento y en la composición de las uvas y vinos del cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera* L.), producidos por el déficit hídrico durante pre-envero y post-envero'. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis Doctoral.
- FUENTE MARTÍN, L. (2014). 'Estudio de la capacidad antioxidante de los polifenoles del vino y sus aplicaciones biológico-preventivas'. Trabajo Fin de Grado. Universidad Europea de Madrid.
- GARCIA-ESCUADERO, E., SANTAMARIA, P., LÓPEZ, R. and PALACIOS I. (1991). 'Aplicación de dosis moderadas de agua en el proceso de maduración del cv. "Tempranillo" en Rioja'. Vitivinicultura. 1991-1, pp. 30-34.
- GARCÍA-ESCUADERO, E.; LÓPEZ R.; SANTAMARÍA P. and ZABALLA O. (1997). 'Ensayos de riego localizado en viñedos productivos de cv. Tempranillo'. Viticultura/Enología Profesional. 50, pp. 35-47.
- GARCÍA, J., XIRAU, M.; and AZORÍN, R. (2000). 'Técnicas usuales de análisis en Enología'. Panreac Química.
- GIL, G. and PSZCZÓŁKOWSKI, F. (2007). 'Fundamentos para optimizar producción y calidad'. Ed.: Pontificia, Universidad Católica de Chile.
- GINESTAR, C., EASTHAM J.; GRAY S. and ILAND P. (1998). 'Use of sap-flow sensors to schedule vineyard irrigation. I. Effects of post-veraison water deficits on water relations, vine growth and yield of Shiraz grapevines'. American Journal of Enology and Viticulture. 49 (4), pp. 413-420.
- GIRONA, J., MARSAL, J., MATA, M., DEL CAMPO, J. and BASILE, B. (2009). 'Phenological sensitivity of berry growth and composition of tempranillo grapevines (*Vitis vinífera* L.) to water stress'. Australian Journal of Grape and Wine Research. 15(3), pp. 268–277.
- HIDALGO, L. (1999). 23: 'Operaciones en verde complementarias de la poda. Aclareo o supresión de brotes herbáceos'. In: Tratado de Viticultura General. 1171, pp. 693-694, Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- HIDALGO, L. (1999). 'Tratado de viticultura general'. Editorial Mundi-Prensa.
- HERRÁIZ, T., REGLERO, G., MARTÍN-ÁLVAREZ, P.J., HERRÁIZ, M. and CABEZUDO, M.D. (1991). 'Identification of aroma components of Spanish Verdejo wine'. Journal of the Science of Food and Agriculture. 55, pp. 103–116.
- HUNTER, J.J. and VISSER, J.H. (1990). 'The effect of partial defoliation on growth characteristics of *Vitis vinífera* L. cv. Cabernet Sauvignon'. I. Vegetative Growth. South Africa Journal of Enology and Viticulture. 11, pp. 18-25.
- KLIEWER, W.M., and SMART, R.E. (1988). 'Canopy manipulation for optimizing vine microclimate, crop yield and composition of grapes'. In Manipulation of Fruiting. C.J. Wright (Ed.). pp. 275-291. Butterworth, London.
- LISSARRAGUE, J.R. (1986). 'Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid'. Tesis Doctoral. Departamento. Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Madrid.
- LISSARRAGUE, J.R. (1997). 'Necesidades de agua de la vid. Consecuencias del estrés hídrico y del riego del viñedo'. Agricultura. 785, pp. 943-950.
- LÓPEZ, D. and MARTÍNEZ, J. L. P. J. (2011). 'Control del rendimiento en la variedad Tempranillo blanco (*Vitis vinífera* L.) mediante la utilización del deshojado precoz'. Actas de Horticultura. pp. 643–646. nº60 CSIC, Universidad de La Rioja.
- MARTÍNEZ, M., MIJARES, M.I. and CHIRBES, R. (1992). Curso de vinos españoles. VINOSELECCION. Madrid.
- MARTÍNEZ, B. I. (2016). 'Predicción del "pinking" en los vinos blancos'. Trabajo Fin de Máster en Enología. Universidad Politécnica de Valencia.

- MATTHEWS, M.A. and ANDERSON, M.M. (1988). 'Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: Responses to seasonal water deficits'. American Journal of Enology and Viticulture. 39, pp. 313–320.
- MCCARTHY, M.G. (1997). 'The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.)'. Australian Journal of Grape and Wine Research. 3, pp. 2–8.
- MÍNGUEZ, J. (2011). 'Efecto de distintas estrategias de riego sobre la calidad del mosto y del vino de Tempranillo y Cabernet Sauvignon'. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Valladolid.
- MULLINS, M. G., A. BOUQUET and WILLIAMS L. E. (1992). 'Biology of the grapevine'. Cambridge University Press. New York. USA. pp. 239.
- OIV (2014). 'Compendium of international methods of wine and must analysis'.
- OJEDA H., ANDARY C., KRAEVA E., CARBONNEAU A., and DELOIRE A. (2002). 'Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz'. American Journal of Enology and Viticulture. 53, pp. 261-267.
- OTERO, I., TARDAGUILA, J., VILANOVA, M., AYESTARÁN, B., GUADALUPE, Z., and DIAGO, M.P. (2010). 'Incremento de la concentración de flavonoles en uva de la variedad tempranillo (*Vitis vinifera* L.) debido al deshojado precoz. VII Foro Mundial del Vino. Universidad de la Rioja.
- LISSARRAGUE, J.R. (1997). 'Necesidades de agua de la vid. Consecuencias del estrés hídrico y del riego del viñedo'. Agricultura. 785, pp. 943-950.
- PÉREZ RECIO, G. (2007). 'Operaciones Manuales en Viñedo'. Servicio de Formación Agraria e Iniciativas. Junta de Castilla y León, España.
- PONI, S., BERNIZZONI, F., BRIOLA, G. and CENNI, A. (2005). 'Effects of early leaf removal on cluster morphology, shoot efficiency and grape quality in two *Vitis vinifera* cultivars'. Acta Horticulturae. 689, pp. 217-225.
- PONI, S. (2006). 'Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition'. American Journal of Enology and Viticulture. 4, pp. 397-407.
- RISCO, D. (2012). 'Riego deficitario controlado y deshojado temprano en la vid (*Vitis vinifera* L.) var. Tempranillo en Utiel-Requena. Efectos sobre la respuesta agronómica y la calidad de la uva'. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- RODRÍGUEZ-NOGALES, J. M., FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, E. and VILA-CRESPO, J. (2009). 'Characterisation and classification of Spanish Verdejo young white wines by volatile and sensory analysis with chemometric tools'. Journal of the Science of Food and Agriculture. 89(11), pp. 1927–1935.
- RUBIO, J.A., YUSTE, J. and MARTÍN, H. (2018). 'Identificación de variedades autóctonas de Castilla y León. Caracterización ampelográfica de las nueve variedades de vid seleccionadas y certificadas'. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Revista Vida Rural. pp. 36-41.
- SALON J.L., CHIRIVELLA C., and CASTEL J.R. (2005). 'Response of cv. Bobal to timing of deficit irrigation in Requena, Spain: Water relations, yield, and wine quality'. American Journal of Enology and Viticulture. 56, pp. 1–8.
- SANTESEBÁN L.G., MIRANDA C., and ROYO J.B. (2011). 'Regulated deficit irrigation effects on growth, yield, grape quality and individual anthocyanin composition in *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo'. Agriculture Water Management. 98 (7), pp. 1171-1179.
- TARDAGUILA, J., PONI, S. and VILANOVA, M. (2008). 'Effects of timing of leaf removal on yield, berry maturity, wine composition and sensory properties of cv. Grenache grown under non irrigated conditions'. Vigne et Vin Publications

Internationales (Bordeaux, France). pp. 221–229.

- TARDAGUILA, J., MARTÍNEZ DE TODA, F., PONI, S., and DIAGO, M.P. (2010). 'Impact of early leaf removal on yield and fruit and wine composition of *Vitis vinífera* L. Graciano and Carignan'. American Journal of Enology and Viticulture. 61, pp. 372-381.
- VILANOVA, M., OLIVEIRA, J.M., RIVAS, R., ALONSO, J.C., MARTÍNEZ-ZAPATER, J.M., IBÁÑEZ, J. and CACHO, J. (2017). 'El potencial aromático de las variedades de vid cultivadas en Galicia'. Xunta de Galicia.
- VILANOVA, M., URIARTE, D., VALDÉS, E., VICENTE, A., PÉREZ, J., CASTEL, J.R. and YUSTE, J. (2018). 'On the aromatic composition of three white grapevine varieties (Doña Blanca, Muscat of Alexandria, Verdejo) as affected by irrigation in Spain'. Proceedings of X Congres International des Terroris vitivinicoles, Tokaj. 2, pp. 227-233.
- VILANOVA, M., RODRÍGUEZ-NOGALES, J.M., VILA-CRESPO, J. and YUSTE, J. (2018). 'Influence of water regime on yield components , must composition and wine volatile compounds of *Vitis vinífera* L. cv. Verdejo'. Australian Society of Viticulture and Oenology Inc. 25, pp. 83-91.
- YUSTE, J. (1995). 'Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinífera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío'. Tesis Doctoral. Departamento de Producción vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid.
- YUSTE, J., RUBIO, J.A., BAEZA, P. and LISSARRAGUE, J.R. (2001). 'Efectos del deshojado y de su combinación con el aclareo de racimos en los componentes básicos de la producción y del mosto, sobre cv. Tempranillo en la Ribera del Duero'. La Semana Vitivinícola. 2, 842, pp. 246-255.
- YUSTE, J. (2005). 'Operaciones en verde para mejorar la calidad de la uva'. Revista Vida Rural. 207 (6), pp. 52-56.
- YUSTE, J., VICENTE, A. and MARTINEZ, D. (2017). 'Water potential in cv. Verdejo: alternative estimate of response at different times to the variation of water regime in the D.O. Rueda (Spain)'. 40th OIV Congress, Bulgaria 2017. pp. 9–12.
- YUSTE, J., VICENTE, A. and MARTÍNEZ-PORRO, D. (2018). 'La dosis de riego en cv. Verdejo. Estado hídrico, efectos fisiológicos y repercusión agronómica en la D.O. Rueda'. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. CN Riegos XXXVI, Valladolid.